

ACTIVIDAD OBLIGATORIA. ECONOMIA LINEAL Y CIRCULAR

Análisis del ciclo de vida de un producto tecnológico cotidiano desde la economía lineal y circular

Para esta actividad he seleccionado un objeto que forma parte de nuestra vida digital diaria: el **ratón de ordenador**. Dentro de esta categoría, he decidido centrar el análisis en el **ratón inalámbrico**, un producto que, aunque pequeño, representa muy bien los retos ambientales de los dispositivos electrónicos modernos.

A diferencia de un ratón genérico o uno con cable, el modelo inalámbrico incorpora componentes adicionales —especialmente la batería y los módulos de gestión energética— que aumentan su complejidad técnica y su impacto ambiental. Esta combinación lo convierte en un caso ideal para comparar el funcionamiento del modelo lineal tradicional y el enfoque de la economía circular. Además, el ratón inalámbrico suele tener ciclos de vida más cortos: su batería se degrada, aparecen fallos en los microinterruptores o pierde conectividad. Esto hace que el análisis cobre mayor relevancia, ya que estos dispositivos son un ejemplo común de residuo electrónico prematuro.

Modelo lineal: un camino directo hacia el residuo

El sistema lineal clásico parte de una premisa simple: **producir, usar y desechar**. A primera vista parece un proceso lógico y eficiente, pero al aplicarlo a un dispositivo cotidiano como un ratón inalámbrico se hace evidente que cada etapa arrastra una serie de impactos ocultos y acumulativos que condicionan seriamente la sostenibilidad del producto.

El ciclo lineal comienza con la **extracción de materias primas**, una fase que rara vez se asocia mentalmente con artículos pequeños. Sin embargo, un ratón inalámbrico requiere una sorprendente variedad de recursos: polímeros plásticos derivados del petróleo para la carcasa, cobre para los circuitos, aluminio para componentes internos estructurales, pequeñas cantidades de oro y plata en los contactos electrónicos y litio —frecuentemente extraído en salares de Sudamérica— para la batería. La minería de estos materiales implica grandes volúmenes de agua, uso de sustancias químicas para separar metales y un importante consumo energético. De hecho, según estimaciones de organismos internacionales, **la extracción y procesamiento de recursos naturales representa alrededor del 50 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero**. Todo esto ocurre antes de que el dispositivo exista físicamente.

En la fase de **fabricación**, los impactos se multiplican. Las placas electrónicas se producen en ambientes altamente controlados que requieren electricidad de forma continua, tanto para la maquinaria como para mantener temperaturas y humedad estables. El proceso incluye soldaduras con aleaciones metálicas, aplicación de resinas y tratamientos químicos para proteger los circuitos. A esto se suma la miniaturización, una tendencia clave en la electrónica moderna: al hacer los componentes más pequeños, aumentan la precisión necesaria, la energía empleada y la complejidad del ensamblaje. El resultado es un producto funcional y ligero, pero extremadamente difícil de desmontar y reciclar una vez termina su vida útil.

Una vez fabricado, el ratón entra en la etapa de **transporte internacional**, una de las más contaminantes del modelo lineal. La mayor parte de la electrónica de consumo se produce en Asia, especialmente en China, Taiwán o Malasia. Esto significa que un dispositivo que apenas pesa unos

gramos puede recorrer **entre 10.000 y 20.000 kilómetros** antes de llegar a su destino. El transporte marítimo abarata costes, pero es uno de los sectores más emisores de CO₂ y óxidos de azufre; el transporte aéreo, utilizado para envíos urgentes, es aún peor en términos de huella de carbono por kilogramo transportado.

Durante su **fase de uso**, el ratón inalámbrico presenta otra debilidad del sistema lineal: la **obsolescencia prematura no intencionada**. Aunque el ratón esté fabricado con materiales duraderos, su vida útil suele depender de dos componentes críticos: la batería y los interruptores mecánicos internos (por ejemplo, el micro-switch del botón). La degradación de la batería provoca una reducción de autonomía; un fallo en el micro-switch genera clics dobles o pérdida de respuesta. En ambos casos, dado que estos componentes no están diseñados para ser reemplazados fácilmente, el usuario se ve empujado a comprar un ratón nuevo. Esto convierte un fallo puntual y reparable en un residuo completo, aumentando la presión sobre los recursos naturales.

Al final del ciclo, el **tratamiento del residuo electrónico** suele ser deficiente. Muchos usuarios desconocen que un ratón inalámbrico es considerado RAEE (Residuo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y debe desecharse en puntos específicos. La consecuencia es que estos dispositivos acaban en la basura doméstica, donde son gestionados como residuos urbanos convencionales. La descomposición de la batería libera metales pesados, mientras que los plásticos y resinas generan microplásticos que pueden llegar a ecosistemas terrestres y marinos. Incluso cuando se depositan correctamente, la separación de materiales es costosa y la recuperación de metales preciosos es mínima debido a la escala tan reducida del dispositivo.

Todo este recorrido demuestra que el modelo lineal, aplicado a un producto tan común como un ratón inalámbrico, esconde un consumo continuo e invisible de recursos, emisiones y residuos. Lo que parece un dispositivo simple es, en realidad, el resultado de un sistema complejo donde casi ninguna etapa se cierra de forma eficiente.

Una alternativa regenerativa: el modelo circular aplicado al ratón inalámbrico

Si el modelo lineal se caracteriza por un avance unidireccional hacia el residuo, la economía circular propone un recorrido completamente distinto: **cerrar el ciclo**, prolongar la vida útil del producto y recuperar los materiales para que vuelvan al sistema productivo. En lugar de aceptar la obsolescencia como destino, este enfoque busca que cada etapa del ciclo aporte valor y reduzca al mínimo los impactos ambientales.

El cambio más significativo ocurre en el **diseño**, que en el modelo circular deja de ser un proceso puramente estético o funcional para convertirse en la etapa con mayor capacidad de transformación. Un ratón circular se concibe desde el principio para ser **reparable, modular y accesible**. Esto significa carcasa montada con tornillos visibles en lugar de adhesivos, una batería sustituible sin herramientas especializadas, placas electrónicas separables y piezas estandarizadas que pueden intercambiarse. Al diseñar el dispositivo para ser desmontado, tanto la reparación como el reciclaje se vuelven procesos viables y eficientes. Además, se emplean **plásticos reciclados** o bioplásticos en la carcasa, reduciendo la dependencia de materias primas vírgenes.

En la **fabricación**, el modelo circular apuesta por reducir los impactos energéticos y materiales desde la raíz. Esto podría implicar el uso de energía renovable en las plantas de producción, líneas de ensamblaje que generan menos residuos, sistemas de recuperación de agua o sustitución de soldaduras contaminantes por alternativas con bajo impacto químico. Otro elemento clave es la **trazabilidad de los**

materiales: saber exactamente de dónde proviene cada componente permite controlar mejor su impacto y asegurar que, al final de su vida útil, pueda reincorporarse adecuadamente al sistema.

La **distribución** también se redefine. Lo que en el modelo lineal es una etapa contaminante y de alto coste ambiental, en el modelo circular se transforma mediante decisiones logísticas conscientes. Los embalajes se diseñan para ocupar menos volumen, están fabricados con cartón reciclado y eliminan plásticos innecesarios como el blíster o las espumas de poliestireno. Además, se tiende a priorizar **producciones regionales** o montajes más cercanos al mercado, reduciendo la distancia de transporte y las emisiones asociadas. Un embalaje ligero y eficiente reduce los costes logísticos y disminuye la huella de carbono sin afectar a la protección del producto.

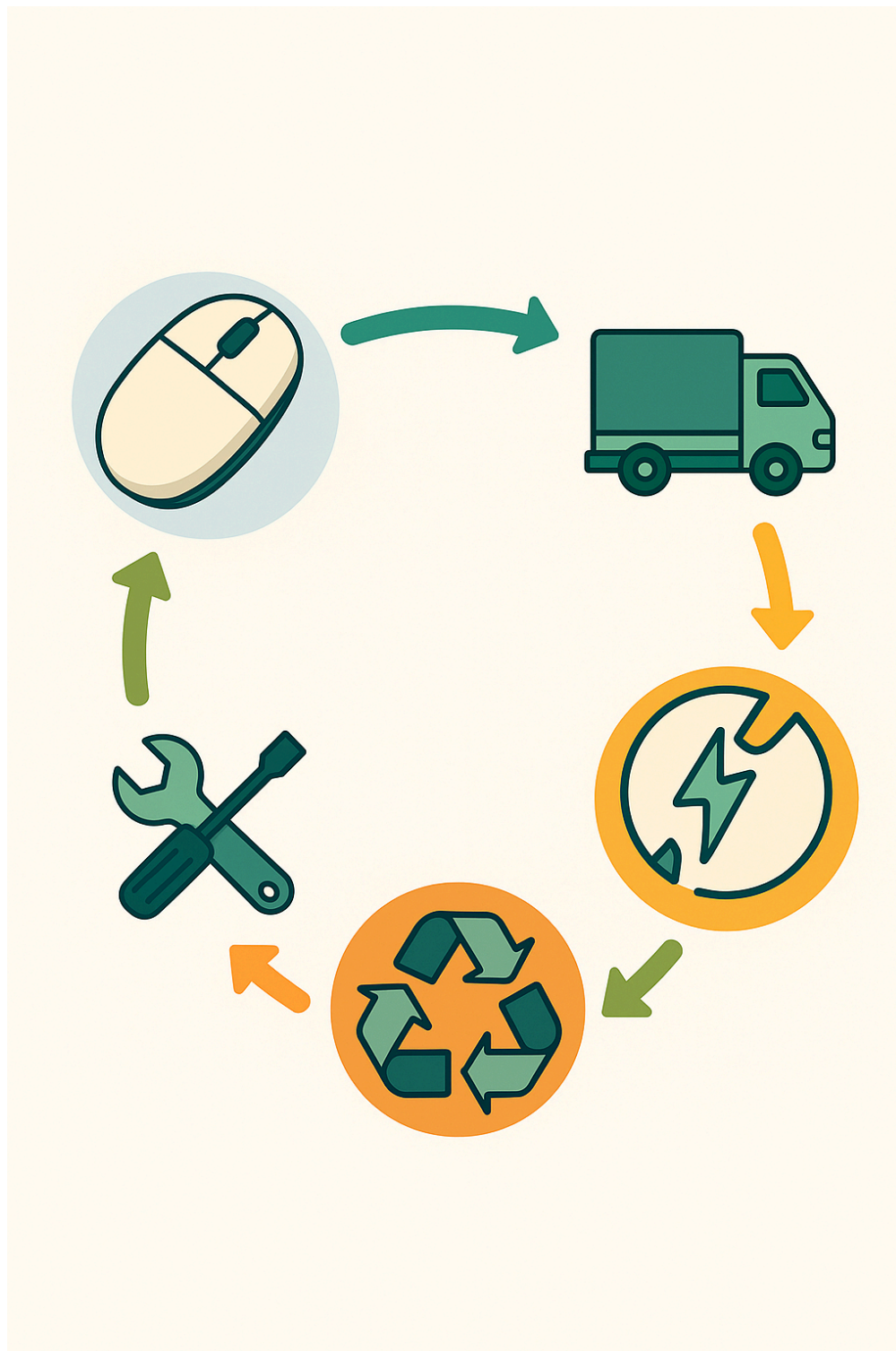
Durante la **fase de uso**, el enfoque circular busca no solo que el ratón funcione correctamente, sino que pueda **acompañar al usuario durante más tiempo**. Esto implica baterías recargables con ciclos de carga extendidos, sensores de bajo consumo, sistemas de ahorro energético y componentes que resisten el desgaste. Otro aspecto clave es la **autonomía del usuario**: disponer de instrucciones claras para el mantenimiento, acceso a piezas de recambio y, en el mejor de los casos, la posibilidad de reparar pequeñas averías sin necesidad de acudir a un servicio técnico especializado. Un botón que deja de funcionar o una rueda defectuosa ya no obligan a desechar el ratón; se convierten en pequeñas intervenciones que extienden su vida útil.

Finalmente, cuando el ratón llega al **fin de vida**, el modelo circular demuestra su mayor fortaleza. Dado que el producto fue diseñado para desmontarse, separar sus materiales es un proceso sencillo. La carcasa se envía a reciclaje de plásticos, la batería a puntos de recogida específicos, los metales y la electrónica a circuitos RAEE, y los componentes reutilizables pueden reincorporarse como piezas de repuesto. Este enfoque evita la acumulación de residuos electrónicos —uno de los tipos de residuo que crece más rápido en el mundo— y convierte lo que antes era un desecho en una **fuentes de recursos**.

A lo largo de todas estas etapas, la economía circular no solo reduce la presión sobre el entorno, sino que introduce una nueva mentalidad en el diseño y uso de dispositivos tecnológicos: más centrada en el ciclo completo, en la durabilidad y en la responsabilidad compartida entre fabricantes y usuarios. Aplicada a un objeto cotidiano como un ratón inalámbrico, la circularidad demuestra que **un buen diseño puede ser más poderoso que cualquier estrategia de reciclaje** y que la sostenibilidad no es incompatible con la innovación tecnológica.

Infografía del ciclo circular de un dispositivo tecnológico

Para facilitar la comprensión visual de este modelo, he incorporado una **infografía circular** compuesta por cinco iconos distribuidos en sentido horario.



El recorrido comienza en la parte superior izquierda, con **el icono del ratón**, que representa el producto **en su estado inicial**, antes de entrar en cualquier fase productiva. Este primer icono simboliza el concepto originario del dispositivo: la necesidad que pretende cubrir, la intención de uso y el planteamiento básico que da lugar a su diseño. Es un punto de partida abstracto, pero fundamental, porque define la razón de ser del objeto y establece el comienzo del ciclo.

Avanzando hacia la derecha, la siguiente etapa se representa mediante **el icono del camión**, que introduce al ratón en la dimensión logística del sistema. Este símbolo alude directamente a la **distribución**, el traslado desde el punto de fabricación hacia centros de montaje, almacenamiento o consumo. También refleja los impactos asociados al transporte: el tipo de combustible utilizado, las distancias recorridas, el embalaje y la eficiencia del proceso logístico. En el contexto de la economía circular, esta fase invita a replantear la proximidad de los centros productivos y a optimizar la cadena de suministro para reducir emisiones.

En la parte derecha de la infografía aparece **el icono del círculo con el símbolo de energía**, que representa la **fase de uso real del dispositivo**. Aquí el ratón no es todavía residuo ni material reciclable: es un objeto funcional que cumple su propósito. En el caso del ratón inalámbrico, esta etapa adquiere un peso particular porque implica consumo energético, ciclos de carga de la batería, desgaste de los componentes mecánicos y rendimiento a lo largo del tiempo. Este icono sintetiza la dimensión práctica del producto y recuerda que la sostenibilidad también depende del comportamiento del usuario y de la durabilidad de los materiales.

Justo en la base de la infografía encontramos **el icono del reciclaje**, que simboliza el **fin de vida circular**. Ya no se trata de desechar el ratón, sino de reintegrarlo en el sistema productivo. La imagen hace referencia a la separación de sus materiales —plásticos, metales, batería y circuitos electrónicos— y su clasificación en las rutas adecuadas: reciclaje de plásticos, tratamiento RAEE, recuperación de metales y gestión responsable de elementos químicos. Esta etapa cierra una parte del ciclo, pero abre la puerta a la reutilización de recursos.

Finalmente, en la zona izquierda inferior aparece **el icono de las herramientas**, que representa la **reparación y el mantenimiento**. Esta etapa actúa como un puente esencial entre el uso y el reciclaje. Permite prolongar la vida útil del dispositivo mediante la sustitución de piezas, mantenimiento preventivo o intervenciones sencillas del usuario. En el modelo circular, la reparación no es un acto excepcional, sino una práctica integrada que reduce el desperdicio y evita que productos funcionales se conviertan en residuos prematuros.

El flujo completo —**Ratón** → **Transporte** → **Uso** → **Reciclaje** → **Reparación** → **Ratón**— refleja un sistema donde ninguna etapa es un punto final. La imagen en círculo no es decorativa: es un recordatorio visual de que, en un modelo sostenible, los materiales y los productos continúan su recorrido una y otra vez, en un proceso regenerativo que reduce al mínimo la extracción de nuevos recursos.

Normativas y gestión de residuos electrónicos

El análisis del ratón inalámbrico no estaría completo sin abordar el marco normativo que regula su final de vida. En la Unión Europea, este tipo de dispositivos se clasifica como **RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos)** y está sujeto a la Directiva 2012/19/UE, transpuesta en España mediante el **Real Decreto 110/2015**, que obliga a fabricantes y distribuidores a garantizar su correcta recogida, tratamiento y reciclaje.

En teoría, estas normativas establecen que:

- los productores deben responsabilizarse del residuo generado (“responsabilidad ampliada del productor”).
- Los comercios deben aceptar la entrega de RAEE sin coste adicional para el usuario.
- Los puntos limpios municipales deben contar con sistemas adecuados para baterías, plásticos, electrónica y metales.

Sin embargo, la práctica demuestra una desconexión entre el marco legal y el comportamiento real del consumidor. La mayoría de ratones inalámbricos **no terminan en los canales oficiales de reciclaje**, sino en cajones o en la basura doméstica. Esto provoca que sustancias como el litio de la batería o los metales pesados de la placa electrónica acaben en vertederos no preparados para gestionar este tipo de residuos.

La economía circular ofrece una vía más coherente: si el ratón estuviera diseñado desde el inicio para ser desmontado, reparado y clasificado por materiales, el cumplimiento de estas normativas sería más

sencillo y natural. La circularidad no solo reduce el impacto ambiental, sino que facilita el cumplimiento legal y disminuye la presión sobre los sistemas de gestión de residuos.

Reciclaje y separación de residuos

El reciclaje es una etapa esencial dentro del ciclo de vida de cualquier producto tecnológico, ya que permite recuperar materiales valiosos y evitar que recursos críticos terminen en vertederos. En el caso del ratón inalámbrico, el reciclaje adquiere especial relevancia debido a la presencia de componentes electrónicos, metales y baterías que **no pueden ser desechados en la basura convencional** y cuya gestión incorrecta puede generar contaminación por metales pesados o sustancias tóxicas.

Reciclar no solo reduce la extracción de materias primas, sino que disminuye el consumo energético asociado a la fabricación y evita la acumulación de residuos electrónicos —el tipo de residuo que más rápido crece a nivel mundial—. Además, muchos de los materiales presentes en un ratón, como los metales y la electrónica, pueden recuperar entre un **70 % y un 90 %** de su valor si se gestionan adecuadamente.

Aquí tienes el texto reescrito con **el mismo estilo narrativo**, sin repeticiones, perfectamente integrado y siguiendo **el orden que marcaste**:

Reciclaje y separación del residuo: el ratón inalámbrico

Un ratón inalámbrico **no puede depositarse en ninguno de los contenedores de colores habituales** (azul, amarillo, verde, marrón o gris). Al tratarse de un dispositivo electrónico con batería y placa de circuitos, se clasifica como **RAEE** (Residuo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y requiere un tratamiento independiente del resto de residuos domésticos.

Su correcta gestión debe realizarse exclusivamente a través de:

- **Puntos limpios o ecoparques,**
- **Contenedores específicos de RAEE** en centros comerciales o supermercados,
- **Tiendas de electrónica**, obligadas por ley a recoger pequeños aparatos sin coste,
- **Servicios municipales de recogida especializada.**

La razón es sencilla: estos dispositivos contienen una batería que no puede mezclarse con residuos comunes, componentes electrónicos que liberan sustancias contaminantes si se rompen y plásticos con aditivos que no son aptos para los sistemas convencionales de reciclaje. Por ello, introducirlos en cualquier contenedor estándar supondría un riesgo ambiental y una mala gestión del recurso.

Cuando un ratón inalámbrico se deposita correctamente, entra en un circuito especializado donde se **desmonta la batería, se clasifican los plásticos, se recuperan metales valiosos** —como el cobre o pequeñas trazas de oro— y se envían las placas electrónicas a plantas acreditadas para el tratamiento de RAEE. Gracias a este proceso, es posible recuperar una parte significativa del valor material del dispositivo y evitar la contaminación asociada a un tratamiento inadecuado.

En España, este tipo de residuos se canaliza hacia el **contenedor especial RAEE**, generalmente identificado en **color rojo o gris**, o bien mediante entrega directa en puntos limpios.

Correspondencia de residuos con los contenedores domésticos

Los demás residuos habituales sí se gestionan mediante el sistema de contenedores de colores, cuyo funcionamiento complementa el tratamiento de RAEE pero no sustituye sus obligaciones:

| Residuo | Contenedor | Color |
|----------------|------------------|----------|
| Papel y cartón | Papel | Azul |
| Plástico | Envases | Amarillo |
| Latas | Envases | Amarillo |
| Vidrio | Vidrio | Verde |
| Brick de leche | Envases | Amarillo |
| Orgánicos | Materia orgánica | Marrón |
| Resto | No reciclable | Gris |

Algunas aclaraciones importantes:

- Los **bricks** pertenecen al amarillo por ser envases multicapa, no papel.
- Las **latas** también se reciclan en el amarillo junto a los envases metálicos.
- El **resto** (gris) incluye materiales no aprovechables: pañuelos, cerámicas, polvo, pequeños objetos inertes.
- El **marrón** se reserva exclusivamente para residuos orgánicos biodegradables.
- El **RAEE** no debe depositarse en ninguno de estos contenedores debido a la presencia de componentes peligrosos y materiales que requieren tratamiento especializado.

Conclusión

En el análisis realizado se observa que el ratón inalámbrico, a pesar de su tamaño y aparente simplicidad, acumula impactos significativos a lo largo de su ciclo de vida. El modelo lineal —basado en extraer, producir, usar y desechar— genera residuos electrónicos que, en la práctica, no siempre son gestionados de acuerdo con la normativa RAEE vigente. Esto crea tensiones entre la realidad del consumo tecnológico, la capacidad de los sistemas de reciclaje y la propia legislación.

La economía circular se presenta, por tanto, como una oportunidad para alinear diseño, práctica industrial y responsabilidad ambiental. Un ratón concebido para ser reparado, desmontado y reciclado facilita el cumplimiento normativo, reduce la generación de residuos peligrosos y permite que los materiales regresen al sistema productivo de forma más eficiente.

Incorporar la perspectiva legislativa evidencia que la sostenibilidad no depende únicamente de la innovación técnica, sino también de una relación responsable entre fabricantes, usuarios y sistemas de gestión de residuos. En este sentido, el análisis pone de manifiesto que avanzar hacia un modelo circular no es solo una mejora ambiental, sino un paso necesario para cumplir con las exigencias actuales y futuras en materia de residuos tecnológicos.
